

武都红土坡滑坡的成因及其防治措施

冯学才 邹谨澈

(国家地震局兰州地震研究所)

1983年12月16日11时至17日7时，甘肃省武都县马街乡上板桥大队发生一次规模较大的滑坡。滑坡南距武都7.5公里，具体位置在北峪河西岸草山梁的东南坡，当地群众称之为“红土坡”。滑坡体对岸是略（阳）武（都）公路里程碑170—171公里地段（图1）。

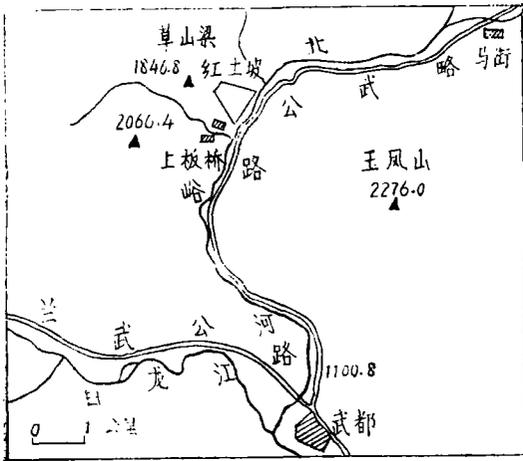


图1 红土坡滑坡体交通位置图

群赶离红土坡，随即又喊正在北峪河谷内整修水磨引水渠的9名社员撤离。当人们刚刚离开险地，山上乱石滚动，声如雷鸣，尘土飞扬，遮天蔽日，红土坡即从草山梁开始向下急速滑动。滑坡体后缘错动18米，前缘滑移35米，北峪河道被堵塞50余米。此后崩塌和滚石不断发生，直到12月17日晨7时才逐渐平息。

红土坡滑坡体内没有房屋住宅，只有经过农民千辛万苦用石块砌埂修成的水平梯田，地块大小不一，大的不足一亩，小的只有一分，但都有环山小引水渠浇灌，计有水地105亩，旱地28亩，林地54亩。林地种有桑、槐、椿树苗木7.5万余株。这次滑坡使187亩农田、林地全遭毁坏，河边的一座水磨被埋没，山坡上的浇地小水渠和河边上的水磨进水渠都被摧毁。所幸这次滑坡延续时间较长，剧烈滑动前的滑速较慢，故有较宽裕的时间使放牧儿童、修渠民工脱离险境，侥幸避免了人畜的伤亡。

2、滑坡的规模及特征

红土坡滑坡位于草山梁山东南，从草山梁山顶到北峪河谷相对高差达727米，而滑坡体后缘处于草山梁东南坡的半山腰，距河谷相对高差325米。滑坡体上界南北宽270米，下界宽782米，南侧以野狐沟为界，北侧以椿树坪沟为界，形态为上窄下宽的梯形（图2）。初步测算，表面积为25.77万平方米，滑坡体厚度40—50米，推算滑动土石方1.100万立方米。

滑坡发生后，我们立即参加甘肃省人民政府和省委组成的滑坡工作组，经过现场考察，研究了红土坡滑坡的性质、成因及稳定性等，并分析了这次滑坡造成的危害程度，提出了应采取的应急措施和处理意见。

一、滑坡概况

1、滑坡发生过程及造成的灾害损失

红土坡滑坡发生的前三天，即12月13日下午4时左右，在滑坡体前缘曾发生一次小规模坍塌，其土方量约100余立方米。12月16日中午11点，上板桥大队书记王彦龙同志首先看到红土坡上部向下滚石头，他立即吆喝正在山坡上放牛、放羊的12名儿童急速将24头牛和羊

红土坡滑坡体总体是由西北向东南方向滑动，有明显的次生滑坡和分枝运动的特点。从纵向看，滑体南侧滑向东南，滑动能量较大，出口较低，致使水磨引水渠进水段被推出数十米，河床局部受挤压隆起2—3米，造成河道堵塞；滑体北侧（椿树坪）滑向正南，滑动量次之，出口较高，覆盖了二级阶地，仅向河床推进约20米；中部滑动较小，二级阶地基本保留，虽受覆盖，但还可以看见砌成的石坎，一级阶地未受影响。从横向看，滑坡体的中、上部为主滑段，向下滑动时向两侧挤压，形成60余米宽的变形带，其上布满了雁行式上下错开的地裂缝。滑坡体上布满了大小不一、方向各异的地裂缝、鼓丘与洼地，并有不同形态的“土林”。滑坡体后缘有两个滑坡壁，二者相距50米。

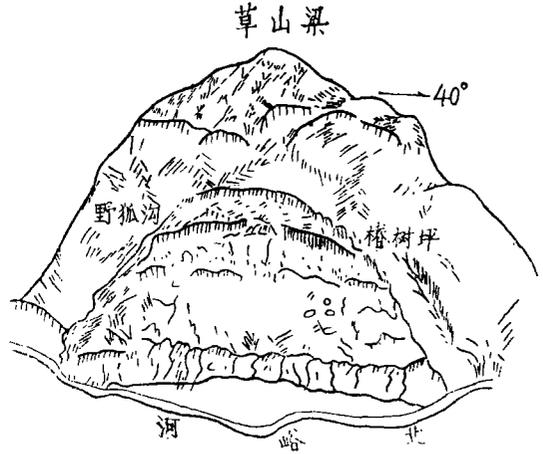


图2 红土坡滑坡体远景素描图

上部第一个滑坡壁走向北东45°，高18米，坡度63°，表面平整光滑，有明显的垂向擦痕。上部风化堆积物向南北两侧推挤，滑坡体高出1.5米，犹如一条“堤坝”，巨大的石块“漂浮”其上。第二个滑坡壁为北东70°，呈现为东西向一弧形，为第三系红砂岩、泥岩组成，壁高8—12米，坡度45—52°，表面平整光滑，亦具明显垂向擦痕。在高压与快速摩擦作用下，形成厚1—2厘米的坚硬薄壳，上面可见石膏结晶体。

红土坡后缘第三系岩层走向近东西，南倾45°，与滑坡壁倾向相同。前缘左侧第三系岩层走向北西，北东倾15°；右侧岩层走向北西20°，南西倾15°。从滑坡后壁和前缘的岩性与产状分析，该滑坡为第三系基岩顺层滑坡，属重力推移式，其主滑段在滑坡体的中上部。滑坡体沿第三系红色泥岩层的软弱面，向南东135°方向滑动。

二、滑坡成因分析

红土坡滑坡的形成和发展过程说明，特定的地质构造和特殊的岩性是这次滑坡的内在因素，地貌和地形环境是这次滑坡的主要条件，降雨则是滑坡发生的促发因素。

1、地质构造条件。本区位于武都弧的前弧地带，地质构造复杂，断裂构造发育。红土坡处于晚第三纪小型断陷盆地内。该盆地南北两侧均受断层控制，地层产状变化较大，在山坡地带倾角达30—50°，在河床处为10—15°，为顺层滑坡的产生创造了有利的构造条件。

2、岩性条件。红土坡滑坡所处的盆地，其基底以志留系硅质灰岩为主，盆地内为上第三系红色、棕红色砂质粘土泥岩、砂岩，厚度20—50米，不整合于志留系之上。地表覆盖着冲积砾石层及次生黄土，厚5—25米。滑床面为上第三系红色泥岩，由于第三系泥岩结构松散，胶结差，岩性软弱，抗剪强度低，吸收水分后呈塑性状态，削弱了内部的摩擦力和积聚性能，加之泥岩有一定的倾斜角度，在重力作用下，便容易发生滑动。据其它地区同类土力学试验资料证明，泥岩的残余内摩擦角最低可达3—5°。这是红土坡发生滑坡的岩性条件。

3、地形地貌条件。北峪河西岸的草山梁，海拔高程达1,847米，而北峪河谷海拔仅1,120米，相对高差达727米，从滑坡顶到滑坡底坡度角35°左右（图3），为侵蚀性的中、高山地貌景观，具有山高、坡陡、谷深的地形条件。上第三系红色岩层产状与山坡倾斜面一致，这就为滑坡发生提供了有利的空间条件，因此北峪河两岸经常发生滑坡。

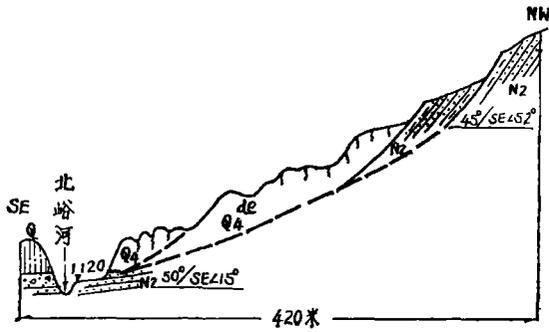


图3 武都红土坡滑坡剖面示意图

4、外界促发因素。1980年7月14日,该地降了一场百年一遇的大暴雨,据武都县气象资料,一小时降雨量达42.7毫米。据当地农民回忆,山洪爆发时,见房屋一般大的巨型石块从姚水沟(红土坡南侧)内冲入北峪河谷。暴雨后,红土坡上部便产生裂缝,此后,裂缝逐年加长加宽,1982年裂缝宽达30厘米,1983年2月份达60厘米,上下错动1米。由于1983年雨水较多,至11月份,降雨量已达537.3毫米,大于多年平均降雨量467.4毫米的12%。草山梁

东坡又有较大的收水面,这些雨水便沿着已开裂的地裂缝下渗到滑坡床,进一步降低了红色泥岩的抗剪强度,促发了滑坡的发生。

三、滑坡后果及应急措施

红土坡滑坡在12月17日以后,已停止滑动,处于相对稳定阶段。但由于滑移距离短,出口较高,滑后坡度还在40°左右,如遇大暴雨或4级以上地震,还有继续滑动或形成泥石流的威胁。故就滑坡本身而言,损失并不太大,但就对武都城防的威胁来说,是应该引起足够重视的。其危害:一是加快北峪河下游河段的淤积;二是增加了北峪河洪峰流量;三是堵水成湖,溃决成灾。

这次滑坡对其以下的北峪河床内增加的淤积量为15—18厘米,即相当于往常一年的淤积量。如果不发生粘性泥石流,不致造成严重危害;如果发生粘性泥石流,则须采取必要的措施。因为北峪河原为稀性泥石流沟,流体中的泥沙含量较大,约占24—36%,现红土坡滑坡部分地堵塞了河道,洪水通过该区时会加大泥沙含量,使北峪河洪峰流量由现在50年一遇的440立方米/秒加大到986立方米/秒,直接威胁武都城的安全。一旦红土坡的滑坡体继续下滑,堵塞了河道,会形成40米高的大坝、蓄水量可达240万立方米;若溃决高度以15米、宽度20米计,则溃坝流量可达1,500立方米/秒,再遇上游洪峰到达,则流量更大,威胁也更大。

为此,必须采取以下的应急措施:

1、下挖河床。北峪河下游直接威胁武都城地段约1,200米,如果下挖1米深、70米宽,总挖方量3.5万立方米,就可扩大北峪河桥下的过水面积,允许通过的流量可提高到1,072立方米/秒,以解除大洪峰对武都城防的威胁。

2、加强监测,建立警报系统。在滑坡下游及城西桥下设立观测站,并与马街水文站相联系,若遇危险洪峰出现,在7.5公里的距离内,可争取25分钟的时间,组织群众撤离。但应制定警报及疏散的规定细则,向群众宣传,并进行演习,达到家喻户晓,才能发挥作用。

3、加固加高河堤。据实测推算,北峪河洪水季节,东岸水位高于西岸1.1米以上,故东岸、西岸河堤均应加固加高,以确保武都城防的安全。

以上仅为目前的应急措施,也是权宜之策。武都地区经常发生滑坡和泥石流灾害,中断交通,堵塞河道,毁坏良田,给人民生命财产造成严重损失。经1983年我们对武都地区的初步考察,即有30余处地面开裂,山体出现大小不一的裂缝,具有发生滑坡的危险。究其原因,主要是本世纪以来,由于人口迅速增长,乱砍乱伐森林和毁林开荒,植被遭到严重破坏,使许多地方变为光山秃岭,水土大量流失,生态平衡被破坏,加剧了滑坡和泥石流的频繁发生。但在武都地区凡有森林覆盖的地区,虽然地质构造、岩性条件、地形地貌和地理环境与滑坡和泥石流地区相

青藏高原热融类滑坡发育与水土保持

胡发德

(中国科学院成都地理研究所)

号称“世界屋脊”的青藏高原及其邻近山地的广大冰雪冻土区内，热融滑坡十分发育。该区在极高的海拔，特殊的地质地貌、水文气候和植被土壤条件下，风化作用强烈，冰川冰雪融水丰沛，冻土和地下冰热融作用频繁，大小沟壑发育，侵蚀严重，热融滑坡发育、发生普遍，并伴随形成规模巨大的灾害性泥石流。它不仅给青藏高原的交通运输和人民生命财产造成极大危害，而且引起严重的水土流失，给黄河、长江等大江大河上游区各支流带来大量泥沙石块，使生态环境受到严重破坏。

1975年以来，我们在参加青藏铁路选线和横断山综合地理考察中，收集了这方面的资料。据此，试就青藏高原及其邻近山地热融类滑坡发育、形成泥石流的危害与水土保持作一粗浅论述。

一、热融滑坡的危害与分布特征

(一) 热融滑坡的危害

青藏高原热融滑坡的危害相当严重。它可在顷刻之间摧毁前进道路上的一切障碍物，并将成千上万方泥沙石块搬运到公路上、河谷中，造成交通运输堵塞、江河湖泊变形、水质变坏，而且堵沟溃湖后往往形成泥石流，给下游造成巨大灾害。

1、热融滑坡溃湖造成的危害。1954年7月7日凌晨，西藏江孜地区与不丹国边境邻近的色旺湖边一处热融滑坡坠入湖中，成千上万立方米的湖水和泥沙石块破堤奔腾而出，并沿沟侵蚀携带，使下游湍如河、年楚河水位突然猛涨，将河边村庄房屋、农田植被等冲光，这就是历史上有名的西藏“江孜大洪水灾”。

1964年9月26日夜，川藏公路131道班附近的唐不朗沟上游达门拉咳冰湖因热融滑坡溃决，冲出泥沙石块160万立方米，将沟口的川藏公路桥、公路路基、农田村庄全部冲毁，变成了一个“大沙坝”。

1981年6月24日，喜马拉雅山南麓的洛扎县连续近两个月高温后，冰川前端突然发生热融滑坡，使冰川终碛堤溃湖而形成泥石流，将荣达公社—策拉公社间的不少公路桥被冲毁，沿线水磨、电站、水渠、农田、草场、房屋和物资等，均毁于一旦。

同，却很少发生滑坡和泥石流。因此必须坚决执行党中央的号召，大力提倡植树种草，扩大植被覆盖面积，做好水土保持，恢复生态平衡，才是防治滑坡和泥石流灾害的根本性措施。

另外，红土坡滑坡说明，滑坡并不是突然发生，也有一个从量变到质变的过程。两年前红土坡已出现裂缝，大滑动前又有明显的征兆，因之加强向群众宣传滑坡的科普知识，也是可以减少滑坡造成的危害和损失。